

PENGEMBANGAN MEDIA TRAINER ROBOTIKA BERBASIS MIKROKONTROLER PADA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN VOKASIONAL MEKATRONIKA FT-UNM

Wahyudi¹, Hendra Jaya², Edy Sabara³

Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Pascasarjana Universitas Negeri Makassar
Email: wahyudi@unm.ac.id

ABSTRACT: The development of robotics technology occurred very rapidly in the 4.0 industrial era. Human interest in robot development is getting higher and research related to robotics is increasingly emerging. One of these developments is the research of learning media, one of which is a robotics trainer. A robot is a mechanical device that can perform physical tasks, either using human supervision and control, or using a program that has been logged-in in the form of artificial intelligence. Based on this, the study aims to discover the stages of developing a microcontroller-based robotics trainer media as a catch-up medium in Mechatronics Vocational Education Study Program, Faculty of Engineering, State University of Makassar (PSPVM FT-UNM) and produce a robotics trainer media that is valid, practical, and effective. The research method used is Research and Development (R&D) with the 4D development model theory, namely (1) definition, (2) design, (3) development, and (4) distribution. The results of the study reveal that the microcontroller-based robotics trainer media developed on the media and material aspects are in very valid category to be used. The implementation of the media trainer received a response from students who were in very practical category in its use, and the results of students' test scores after the implementation had increased in high category. The conclusion of these data states that the microcontroller-based robotics trainer media that has been developed is declared valid/suitable for use as well as being practical and effective in its use.

Keywords: *Robotics Trainer, Robotics Media, Microcontroller-based Robotics*

ABSTRAK: Perkembangan teknologi robotika terjadi sangat cepat pada era industri 4.0. Ketertarikan manusia terhadap perkembangan robot semakin tinggi dan penelitian yang berkaitan dengan perkembangan robotik semakin bermunculan. Salah satu dari perkembangan tersebut adalah penelitian media pembelajaran salah satunya trainer robotika. Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah dilogikakan terlebih dulu dalam bentuk kecerdasan buatan. Berdasarkan hal tersebut kajian penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tahapan pengembangan media trainer robotika berbasis mikrokontroler sebagai media pembejaran di Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar (PSPVM FT-UNM) dan menghasilkan media trainer robotika yang valid, praktis, dan efektif. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan teori model pengembangan 4D yaitu (1) Pendefinisian, (2) Perancangan, (3) Pengembangan, (4) Penyebaran. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media trainer robotika berbasis mikrokontroler yang dikembangkan pada aspek media dan materi berada pada kategori sangat valid untuk dipergunakan. Implementasi media trainer mendapat respon mahasiswa yang berada pada kategori sangat praktis dalam penggunaannya dan hasil nilai tes mahasiswa setelah implementasi mengalami peningkatan berada pada kategori tinggi. Kesimpulan data tersebut menyatakan bahwa media trainer robotika berbasis mikrokontroler yang telah dikembangkan dinyatakan valid/layak untuk digunakan serta praktis dan efektif dalam penggunaannya.

Kata kunci : *Trainer Robotika, Media Robotika, Robotika berbasis Mikrokontroler*

PENDAHULUAN

Era revolusi industri generasi 4.0 yang ditandai dengan meningkatnya konektivitas, interaksi serta perkembangan sistem digital, kecerdasan artifisial, dan virtual. Dengan semakin konvergennya batas antara manusia, mesin dan sumber daya lainnya, teknologi informasi dan komunikasi tentu berimbas pula pada berbagai sektor kehidupan. Salah satunya yakni berdampak terhadap sistem pendidikan di Indonesia (Lase, 2019). Pendidikan merupakan suatu proses yang terjadi pada diri setiap manusia. Secara alamiah, manusia tumbuh dan berkembang sejak dalam kandungan sampai meninggal, mengalami proses tahap demi tahap. Demikian pula kejadian alam semesta ini diciptakan Tuhan melalui proses setingkat demi setingkat. Sehingga pendidikan sangat berperan dalam membentuk baik atau buruknya pribadi manusia menurut ukuran normatif. Menyadari akan hal tersebut, pemerintah sangat serius membenahi sistem pendidikan, sebab dengan sistem pendidikan yang baik diharapkan muncul generasi penerus bangsa yang berkualitas dan mampu menyesuaikan diri untuk hidup bermasyarakat, berbangsa dan bernegara. Pendidikan dalam artian sebagai usaha sadar untuk menyiapkan peserta didik melalui kegiatan bimbingan, pengajaran, dan/atau pelatihan bagi peranannya di masa yang akan datang. Bahkan pengertian pendidikan lebih luas cakupannya sebagai aktivitas dan fenomena

Pembelajaran sebagai suatu proses merupakan suatu sistem yang melibatkan berbagai bagian antara lain pendidik, peserta didik, bahan ajar, peserta didik, sumber belajar, media pembelajaran, dan metode. Keberhasilan pembelajaran sangat ditentukan apabila pembelajaran tersebut dapat menumbuhkan kembangkan potensi-potensi yang dimiliki peserta didik, sehingga peserta didik dapat memperoleh manfaat secara langsung dalam perkembangan pribadinya. Tanggung jawab keberhasilan pembelajaran berada ditangan

seorang pengajar. Artinya, seorang pengajar harus berupaya semaksimal mungkin untuk mengatur proses pembelajaran sedemikian rupa sehingga komponen-komponen yang diperlukan dalam pembelajaran tersebut dapat berinteraksi antara semua komponen. Berhasilnya suatu proses pembelajaran ditentukan oleh beberapa komponen yang mempengaruhinya. Komponen tersebut antara lain meliputi tujuan, pengajar, peserta didik, metode, media (sarana dan prasarana), serta evaluasi dan semua komponen itu saling terkait sehingga mudah untuk mencapai tujuan yang akan dicapai.

Era perubahan teknologi dan pendidikan yang cepat, dan beradaptasi serta merespons perubahan yang membutuhkan pengetahuan, keterampilan, dan disposisi baru. Keberagaman seperti itu berarti bahwa pekerjaan guru dalam fluks, dan proses belajar mengajar harus fleksibel dan adaptif untuk mendukung proses perubahan. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat saat ini, telah membawa perubahan yang sangat pesat pula dalam berbagai aspek kehidupan. Pekerjaan dan cara kita bekerja berubah, banyak lapangan pekerjaan hilang, sementara berbagai jenis pekerjaan baru bermunculan. Perubahan ekonomi, sosial, dan budaya juga terjadi dengan laju yang tinggi. Dalam masa yang sangat dinamis ini, perguruan tinggi harus meresponse secara cepat dan tepat. Keberhasilan suatu proses pembelajaran ditentukan oleh beberapa komponen yang mempengaruhinya. Komponen tersebut antara lain meliputi: tujuan, pengajar, peserta didik, metode, media (sarana dan prasarana), serta evaluasi dan semua komponen itu saling terkait sehingga mudah untuk mencapai tujuan yang akan dicapai Pengembangan bahan ajar sudah selayaknya merupakan kemampuan yang harus terus menerus ditingkatkan oleh setiap pengajar. Jika seorang pengajar tidak memiliki kemampuan mengembangkan bahan ajar yang bervariasi dan terkini maka dosen akan terjebak pada situasi

pembelajaran yang monoton dan cenderung membosankan bagi peserta didik. Diperlukan transformasi pembelajaran untuk bisa membekali dan menyiapkan lulusan Pendidikan tinggi agar menjadi generasi yang unggul. Generasi yang tanggap dan siap menghadapi tantangan zamannya, tanpa tercerabut dari akar budaya bangsanya (Tohir, 2020).

Pendidikan kejuruan pada dasarnya adalah pendidikan untuk mengembangkan atau menggerakkan kegiatan ekonomi, karena pendidikan kejuruan dirancang untuk memenuhi kebutuhan pasar kerja dan jelaslah hal ini akan memberikan sumbangan positif bagi dunia kerja produktif yang menghasilkan barang dan komoditi yang mempunyai nilai ekonomi, selanjutnya secara kolektif tenaga kerja produktif yang mampu memproduksi barang yang bernilai secara akumulatif akan menggerakkan roda perekonomian dan hal ini berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi secara nasional. Pendidikan Vokasional atau *Vocational Education* (VE) adalah pendidikan untuk dunia kerja (*Education for Vocation atau Education for Occupations*). Pendidikan Vokasional adalah pendidikan untuk mengembangkan jiwa kerja seseorang sehingga memiliki kapasitas atau kapabilitas ditugasi atau diberi perintah untuk melakukan pekerjaan atau jabatan tertentu (Sudira, 2016).

Bahan pembelajaran dalam pembelajaran merupakan salah satu komponen yang harus ada, karena bahan pembelajaran merupakan beberapa komponen yang harus dikaji, dicermati, dipelajari dan dibuat bahan yang akan dikuasai oleh siswa dan sekaligus dapat memberikan petunjuk untuk mempelajarinya. Tanpa bahan belajar maka pembelajaran tidak akan menghasilkan apa-apa. Bahan Pembelajaran merupakan faktor eksternal yang mampu didukung motivasi internal untuk belajar. Salah satu acara pembelajaran yang mampu mempengaruhi aktivitas pembelajaran dengan memasukkan

bahan pembelajaran dalam aktivitas tersebut. Bahan belajar yang dirancang secara resmi lengkap, dalam arti ada media dan sumber belajar yang memadai akan berdampak pada pembelajaran proses belajar yang terjadi pada diri siswa menjadi lebih optimal. Bahan pembelajaran yang dirancang bagus dan dilengkapi isi dan ilustrasi yang menarik akan menstimulasi siswa untuk menggunakan bahan belajar sebagai bahan belajar atau sebagai sumber belajar.

Ilmu Teknik adalah bidang ilmu yang mempelajari implementasi teknologi baru dalam sektor teknik seperti manufaktur, pemeliharaan dan manajemen. Bagian ini menyediakan Program Sarjana, Pasca Sarjana dan Magang. Salah satunya adalah Pendidikan Vokasional Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar (PSPVM FT-UNM), didalam bidang ilmu Mekatronika mempelajari 3 cabang ilmu yaitu Mekanik, Elektronik, dan pemrograman yang digabungkan menjadi satu. Mata kuliah yang di tawarkan oleh program studi pun beragam salah satunya adalah mata kuliah praktik robotika yang dimana mempelajari tentang cara kerja robot, penerapan robot, infrastruktur, rekayasa dan lain-lain.

Robot yang merupakan salah satu peralatan elektro-mekanik atau bio-mekanik, atau gabungan peralatan yang menghasilkan gerakan yang otonomi maupun gerakan berdasarkan gerakan yang diperintahkan menggunakan bahasa pemrograman yang banyak sekali digunakan dalam industri saat ini. Robot biasanya diprogram untuk melakukan pekerjaan berulang kali (*loop*) dan memiliki mekanisme yang dipandu oleh kontrol otomatis.

Latar belakang permasalahan yang telah dikemukakan diatas, pengembangan media pembelajaran mata kuliah praktik robotika dipandang penting, karena permasalahan terkait yang dapat diidentifikasi adalah: 1) Kebutuhan yang mendesak bagi dosen dan mahasiswa akan media pembelajaran mata kuliah

praktik robotika untuk mahasiswa Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika dalam rangka memenuhi tuntutan pembelajaran di Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika; 2) Terbatasnya Media praktik robotika pada Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika yang relevan/sesuai dengan kebutuhan industri; 3) Pembelajaran Praktik Robotika memerlukan Media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik mahasiswa Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika; 4) Teori Charless Prosser yang mengatakan bahwa pembelajaran akan efektif jika dilaksanakan secara khusus dan langsung pada permasalahan dengan mengikuti reflika yang ada pada industri.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D). Metode *Research and Development* atau disebut penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk dan menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan produk. Penelitian Pengembangan ini menggunakan teori atau model 4D dilakukan dalam 4 tahap yaitu (1) Pendefinisian, (2) Perancangan, (3) Pengembangan, (4) Penyebaran.

Subjek dalam penelitian ini adalah Mahasiswa PSPVM FT-UNM, adapun subjek penelitian yang dilibatkan di antaranya : uji coba one to one sebanyak 3 orang, uji coba kelompok kecil sebanyak 5 orang, serta uji coba lapangan sebanyak 19 orang

Objek penelitian ini adalah Trainer Robotika Berbasis Mikrokontroler. Trainer ini berisi kontrol arduino uno, arduino nano dan nodeMCU ESP8266 dan antarmuka seperti : robot lengan, sensor garis (line follower robot), sensor ultrasonik (wall follower robot) sensor api (robot pemadam api), robot terbang, robot kendali joystick, robot kendali bluetooth dan internet of robotic things serta aplikasi

android dan perangkat tambahan sebagai koneksi dan kendali robot.

Instrumen pengumpulan data dilakukan menggunakan lembar validasi untuk mengetahui kelayakan atau kevalidan media, anket berisi pertanyaan seputar penggunaan trainer yang diisi oleh responden untuk mengetahui kepraktisan media, dan tes atau soal yang diberikan untuk menguji pengetahuan untuk mengetahui tingkat kepraktisan media.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pengembangan media trainer robotika berbasis mikrokontroler memiliki 4 tahapan pengembangan yaitu (1) Pendefinisian, (2) Perancangan, (3) Pengembangan, (4) Penyebaran.

Pendefinisian

Tahapan analisis awal perlunya pengembangan media pembelajaran dan kelayakan serta syarat-syarat pengembangan media trainer robotika berbasis mikrokontroler pada program studi Pendidikan Vokasional Mekatronika FT-UNM. Industri 4.0 membawa perubahan besar pada penggunaan teknologi elektronik dan robotika salah satunya adalah penggunaan robot sebagai alat kerja pada industri. Robotika menjadi basis dari media trainer robotika berbasis mikrokontroler yang dikembangkan untuk memenuhi pencapaian pembelajaran yang sesuai dengan replika industri.

Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Bidang Otomasi Industri pada pemetaan standar kompetensi memiliki tujuan utama yaitu meningkatkan efisiensi dan produktivitas sistem di produksi. Sejalan dengan Revolusi Industri 4.0 dalam proses meningkatkan fungsi otomasi, media trainer robotika berbasis mikrokontroler ini dikembangkan dengan fungsi otomasi yang berbasis Internet dengan materi yang berpatokan pada Capaian pembelajaran pada perguruan tinggi.

Materi yang diambil untuk menjadi sumber pembuatan media adalah materi yang sesuai dengan kebutuhan dirangkum dari kompetensi keahlian teknik mekatronika. Materi yang terangkum tersebut adalah materi pada mata kuliah praktik robotika, rekayasa sistem robotika dan praktik pemrograman visual robot.

Perancangan

Berdasarkan pembahasan pada tahap analisis kebutuhan, tahapan selanjutnya adalah melakukan perancangan media. Pada penelitian ini terdapat 2 produk keluaran yang dikembangkan yaitu media trainer dan modul pembelajaran.

Media Pembelajaran dibuat berdasarkan dari capaian pembelajaran (CP) Materi yang diambil untuk menjadi sumber materi yang sesuai dengan kebutuhan dirangkum dari kompetensi keahlian teknik mekatronika. Materi yang terangkum tersebut adalah materi pada mata kuliah praktik robotika, rekayasa sistem robotika dan praktik pemrograman visual robot Modul/Langkah kerja memuat indikator pencapaian yang kemudian disusun dalam 1 materi dasar pengantar robotika dan 8 modul.



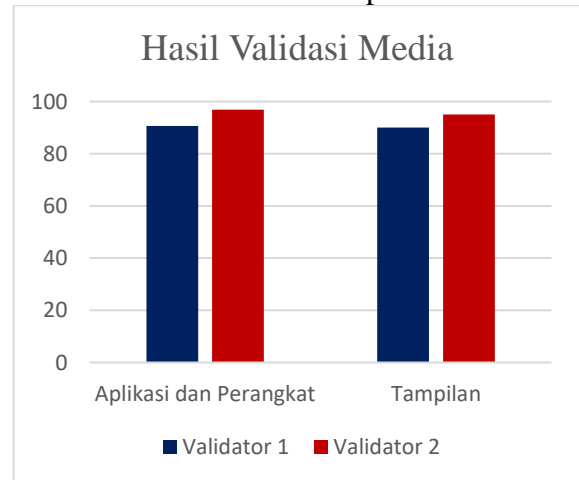
Gambar 1. Media Trainer



Gambar 2. Modul Panduan

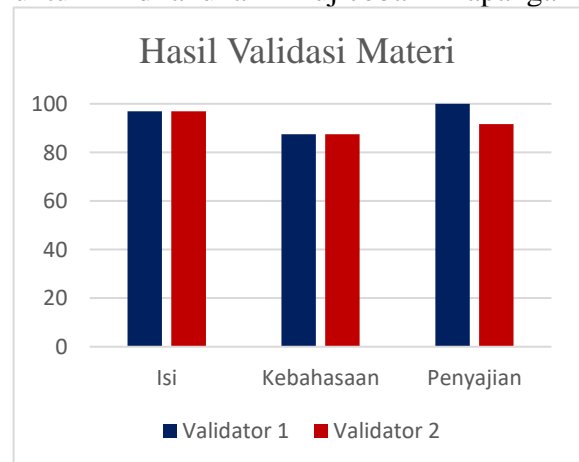
Pengembangan

Berdasarkan media yang telah dirancang peneliti pada tahap desain, tahapan selanjutnya adalah melakukan tahap pengembangan dengan melihat tanggapan validator/pakar dari desain yang telah dibuat yaitu kelayakan media dan kelayakan materi serta kelayakan instrumen dan soal untuk mahasiswa /peserta didik.



Gambar 3. Validasi Ahli Media

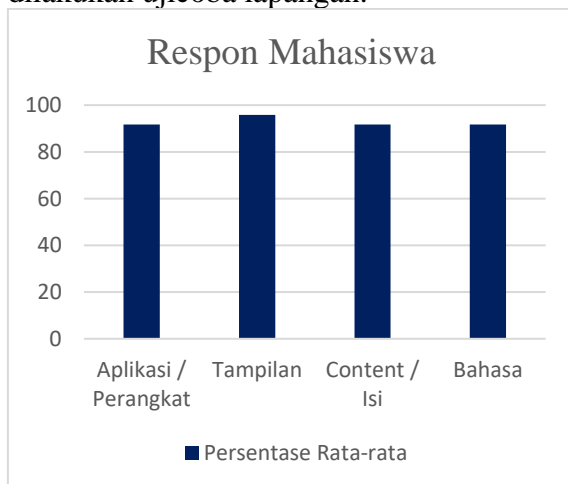
Hasil validasi media menunjukkan kriteria sangat valid untuk aspek aplikasi dan perangkat serta tampilan berdasarkan data kuantitatif dari isian angket validator dan didukung dengan komentar dan saran umum. Kesimpulan hasil validasi menyatakan bahwa media sudah layak untuk dilakukan ujicoba lapangan.



Gambar 4. Validasi Ahli Materi

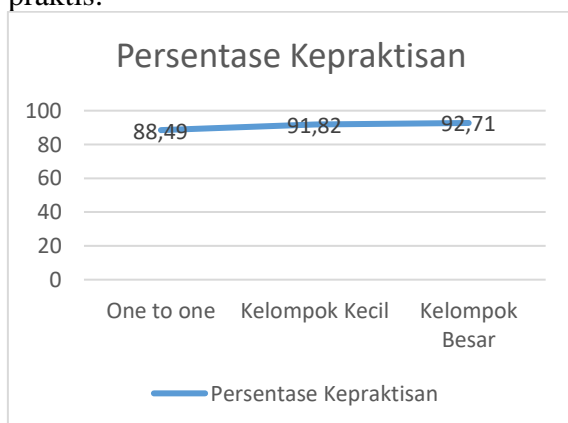
Hasil validator materi modul robotika berbasis mikrokontroler menunjukkan kriteria sangat valid untuk

aspek isi, kebahasaan, dan penyajian materi berdasarkan data kuantitatif dari isian angket validator dan didukung dengan komentar dan saran umum yang menyatakan bahwa materi sudah baik dan materi sudah mencakup seluruh tujuan pembelajaran. Kesimpulan hasil validasi menyatakan bahwa materi modul sebagai panduan media robotika berbasis mikrokontroler sudah sangat layak untuk dilakukan ujicoba lapangan.



Gambar 5. Respon Mahasiswa

Rekapitulasi uji kelompok besar/respon mahasiswa dapat disimpulkan bahwa media trainer robotika berbasis mikrokontroler berada pada kategori sangat praktis.



Gambar 6. Uji Kepraktisan Media

Hasil uji coba kepraktisan menunjukkan data pada kategori sangat praktis dengan persentase uji one to one 88,49%, mengalami peningkatan pada uji kelompok kecil yaitu 91,82%, dan

meningkat lagi pada uji kelompok besar yaitu 92,71% .

Penyebaran

Produk yang telah dinyatakan layak selanjutnya diimplementasikan ke subjek penelitian, yaitu Mahasiswa Pendidikan Vokasional Mekatronika FT-UNM (PSPVM). Tahapan ini menggunakan metode pemberian materi langsung dan tes untuk memperoleh data keefektifan produk.

Hasil uji coba keefektifan produk menggunakan metode pemberian *pretest* dan *posttest* kepada subjek penelitian, diperoleh skor tertinggi pada *pretest* adalah 66,7 dengan rata-rata skor siswa adalah 43,8, dan pada *posttest* diperoleh skor tertinggi adalah 96,7 dengan rata-rata skor siswa adalah 87,1. Dari data tersebut maka nilai N-Gain dapat dihitung seperti berikut.

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai Posttest} - \text{Nilai Pretest}}{\text{Nilai Maksimal} - \text{Nilai Pretest}}$$

$$N - Gain = \frac{87,1 - 43,8}{100,0 - 43,8} = 0,77$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,77 atau dalam kategori tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan media trainer robotika berbasis mikrokontroler pada program studi Pendidikan Vokasional Mekatronika FT-UNM dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

Pengembangan media trainer robotika berbasis mikrokontroler dikembangkan menggunakan 4 tahapan yaitu, (1) Pendefinisian / Analisis Kebutuhan, menganalisis kebutuhan pentingnya dilakukannya pengembangan. (2) Perancangan, melakukan perancangan trainer robotika berbasis mikrokontroler

beserta perangkat-perangkat yang berkaitan dengan media. (3) Pengembangan, memastikan produk yang dikembangkan layak untuk dipergunakan atau di uji cobakan di lapangan yang didasarkan oleh penilaian para ahli (4) Penyebaran /Implementasi, mengimplementasikan produk yang telah dirancang dan telah layak ke mahasiswa untuk dapat memperoleh data kepraktisan dan keefektifan penggunaan media.

Produk trainer robotika berbasis mikrokontroler telah dinyatakan valid atau layak untuk digunakan dibuktikan oleh penilaian dua orang ahli dengan hasil persentase kelayakan 93,13% untuk kelayakan media dan 93,41% untuk kelayakan materi. Produk trainer robotika berbasis mikrontroller telah dinyatakan praktis dalam penggunaanya dibuktikan dengan data penilaian oleh mahasiswa yang sangat tinggi dari 3 kali uji coba dengan hasil persentase kepraktisan uji one to one sebesar 88,49%, kelompok kecil 91,82%, dan terakhir di kelompok besar memperoleh persentase 92,71% . Produk trainer robotika berbasis mikrokontroler telah dinyatakan efektif dibuktikan dengan hasil belajar yang meningkat dari rata-rata skor sebelum penggunaan (pretest) sebesar 43,8 menjadi rata-rata skor setelah penggunaan yaitu 87,1 dengan N-Gain sebesar 0,77 atau dalam kategori tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Amir Hamza. (2019). *Metode Penelitian & Pengembangan (Research & Development)*. Malang: Literasi Nusantara.
- Andrianto, H. (2013). *Pemrograman mikrokontroler AVR ATmega 16 menggunakan Bahasa C. informatika*. Bandung.
- Doanwilmon, P. C., & Aswardi, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Mikrokontroler Berbasis Trainer Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 271–276.
- Emzir, P. (n.d.). Dr. M. Pd., 2011. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kuantitatif Dan Kualitatif*.
- Hamalik, O. (2011). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hamzah, A. (2019). *Penelitian Berbasis Proyek Metode Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Batu: Literasi Nusantara.
- Jaya, H. (2012). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di smk. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1).
- Jumiati, S. M., & Akmalia, D. (2011). Peningkatan hasil belajar siswa dengan menggunakan model numbereds heads together (NHT) pada materi gerak tumbuhan di kelas VIII SMP sei putih kampar. *Tersedia Secara Online Di: [https://www.unilak.ac.id/Media/File/73452042508Martalasa ri-Jumiati-Dian.Pdf](https://www.unilak.ac.id/Media/File/73452042508Martalasa%20ri-Jumiati-Dian.Pdf) [Diakses Di Bandung, Indonesia: 12 Oktober 2016]*.
- Kurniawan, W. D., & Budijono, A. P. (2013). Pengembangan perangkat pembelajaran mekatronika berbasis komputer pokok bahasan programmable logic controller berorientasi pada pembelajaran langsung. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 21(3).
- Lase, D. (2019). *Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. SUNDERMANN: Jurnal Ilmiah Teologi, Pendidikan, Sains,*

- Humaniora Dan Kebudayaan, 1 (1), 28–43.*
- Marta Dinata, Y. (2015). *Arduino Itu Mudah. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.*
- Mulyatiningsih, E. (2016). Pengembangan Model Pembelajaran. *Diakses Dari Http://Staff. Uny. Ac. Id/Sites/Default/Files/Pengabdian/Dra-Endang-Mulyatiningsih-Mpd/7c pengembangan-Model-Pembelajaran. Pdf. Pada September.*
- Nahrowi, D., Aribowo, D., & Abi Hamid, M. (2020). Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler Atmega16 Sebagai Media Pembelajaran Untuk Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan, 17(2), 145–155.*
- Nur Risa & Wahyu. (2020). *Metode Penelitian R&D (Research and Development) Kajian Teoretis dan Aplikatif.* Malang: Literasi Nusantara.
- Putra, M. A., Pitowarno, E., & Risnumawan, A. (2017). Visual servoing line following robot: Camera-based line detecting and interpreting. *2017 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA), 123–128.* IEEE.
- Ridha, M. I., & Rusimamto, P. W. (2015). Pengembangan Trainer Dan Jobsheet Mikrokontroler Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Di Smk Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 4(3).*
- Sabara, E., & Sabran, S. (2019). Implementasi model skrip EDS-AV dalam pembelajaran praktik. *Seminar Nasional LP2M UNM, 1(1).*
- Sanjaya, M. (2016). *Panduan Praktis Pemrograman Robot Vision Menggunakan Matlab dan IDE Arduino.* Penerbit Andi.
- Santoso, D., Slamet, S., Utami, P., & Wulandari, B. (2016). Pengembangan Trainer Signal Conditioning. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan, 13(1), 73–84.*
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Indonesia: Alfabeta.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook.*
- Tohir, M. (2020). *Buku Panduan Merdeka Belajar-Kampus Merdeka.*
- Wahyu Firmansyah, A. (2017). Pengembangan Trainer Mikrokontroler Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Di Kelas X Tei Smk Negeri 1 Bangil Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 6(2).*
- Winarno, W., Darjat, D., & Zahra, A. A. (2011). *Sistem navigasi dan monitoring mobile robot dengan menggunakan transmisi nirkabel frekuensi 434 MHz.* Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip.
- Yaumi, M. (2018). *Media dan Teknologi Pembelajaran.* Prenada Media.
- Yusuf, A. M. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif & penelitian gabungan.* Prenada Media.